

# КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИЗЛУЧЕНИЯ В МНОГОЭЛЕМЕНТНЫХ ПРЕЛОМЛЯЮЩИХ РЕНТГЕНОВСКИХ ЛИНЗАХ

Ю. Р. Яскевич, Н. Н. Кольчевский, П. В. Петров, Г. И. Хилько,  
Ю. И. Дудчик

Белорусский государственный университет, Минск  
E-mail: kolchevsky@bsu.by

Основными проблемами при создании рентгенооптических систем и элементов является, во-первых, сложность их изготовления и высокие требования к качеству исполнения, а во-вторых, недолговечность многих материалов. Приборы рентгеновской оптики являются достаточно дорогостоящими, и их проектирование и проведение экспериментов требует больших материальных затрат. Поэтому, в данном случае, актуальным является использование методов компьютерного моделирования, особенно на этапах планирования эксперимента и априорной (теоретической) оценке ожидаемых результатов.

Разработана параллельная программа «Xray-SKIF» для расчета распределения интенсивности излучения в преломляющей рентгеновской линзе в приближении геометрической оптики. Полученные данные позволяют восстанавливать распределение поля в фокусе рентгеновской составной линзы на детекторе с разрешением 10 нм.

Расчеты для рентгенооптических систем ведутся в приближении геометрической оптики ( $\lambda \ll$  линейных размеров) методом Монте-Карло в структурах с большим числом преломляющих поверхностей. В качестве модели взята составная микрокапиллярная линза [1]. Программа «Xray-SKIF» написана на языке программирования C++. Для распараллеливания программы применялся интерфейс MPI. Запуск и выполнение программы производились на суперкомпьютере СКИФ-БГУ. Расчет позволяет строить трехмерное изображение распределения интенсивности в фокусном пятне для рентгеновской линзы. Дифракционное разрешение высчитывается как:

$$R_{dif} = 0,61 \frac{\lambda L}{R_{линзы}}, \quad (1)$$

где  $L$  – расстояние от линзы до детектора.

С использованием разработанной параллельной программы «Xray-SKIF» были рассчитаны распределения интенсивности излучения в преломляющей рентгеновской линзе в приближении геометрической оптики для  $10^8$  лучей. Для построения статистически достоверных результатов

каждая точка распределения должна содержать  $10^3$ – $10^4$  отдельных лучей. Область распределения в ортогональном оптической оси направлении существенно ограничена возможностями вычислительной системы. Полученные данные позволяют восстанавливать распределение поля рентгеновской линзы в фокусном пятне и качественно восстанавливать картины концентрирования потока лучей.

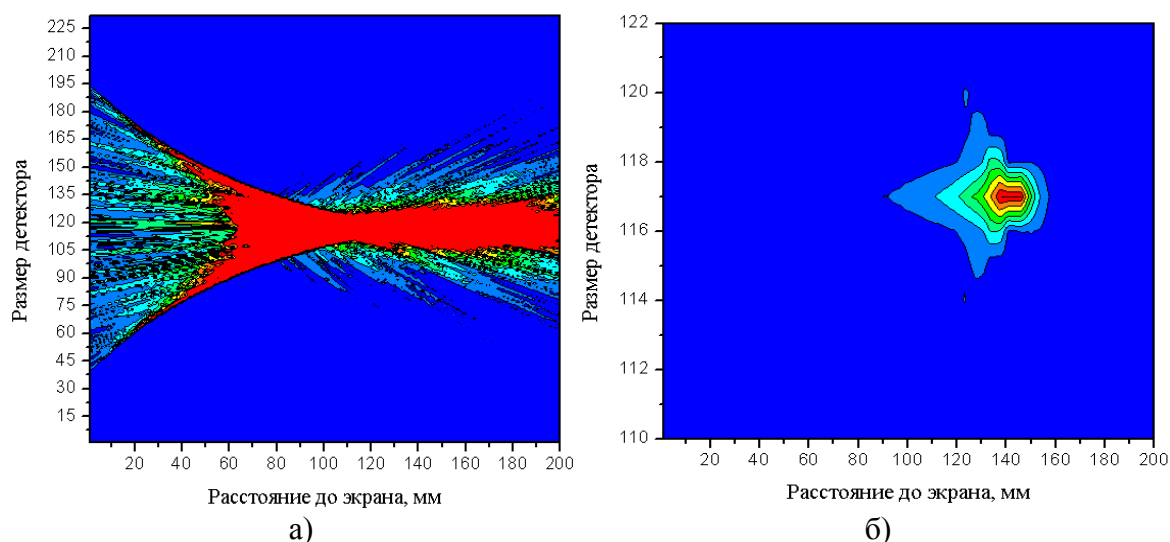


Рис. 1. Распределение интенсивности излучения на детекторе при  
а) малой б) большой интенсивности

На рис. 1 показано распределение интенсивности рентгеновского излучения на детекторе при различной пороговой интенсивности. При малой пороговой интенсивности (рис. 1, а) наблюдается концентрирование линзой потока энергии в фокусе линзы. Кружок рассеяния, характеризующий наименьший диаметр сфокусированного пучка, может быть рассчитан в теории сферических aberrаций третьего порядка. Наивысшая интенсивность достигается в небольшой области (рис. 1, б) вытянутой в направлении оптической оси. Геометрический вид картины распределения интенсивности зависит от aberrации системы и пропускания рентгеновской линзы. Форма фокусного пятна, регистрируемая в эксперименте, зависит от зоны чувствительности детектора и определяется глубиной его активной области.

Для получения результатов большей точности необходимо на несколько порядков увеличить количество лучей используемых в расчетах. Однако это можно сделать только при использовании более совершенных вычислительных систем.

1. Dudchik Yu. I., Kolchevsky N. N. // Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. 1998. V. A 421. P. 361.